TEMA 3

El cambio climático I: Causas

1. El cambio climático

Este fenómeno se definió en la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático como: «un cambio en el clima, atribuible directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante períodos de tiempo comparables».

Sin embargo para el IPCC el cambio climático «es un término que denota un cambio en el estado del clima identificable a raíz de un cambio en el valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o en períodos más largos. Denota todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana».

Definiciones aparte, el calentamiento del sistema climático es inequívoco, tal y como se desprende del aumento observado del promedio mundial de temperatura del aire y de los océanos, de la fusión generalizada de nieves y hielos y del aumento del promedio mundial del nivel del mar.

2. Causas

Las causas que provocan el cambio climático se pueden dividir en dos grupos:

1. Las aportaciones naturales al cambio climático.
2. Causas debidas a la actividad humana o antropogénica.

2.1. Las causas naturales del cambio climático son:[1]

Variaciones en la órbita de la Tierra

El factor principal que produce cambios en el clima es el movimiento de la Tierra. Los movimientos de rotación y de traslación de la Tierra no son constantes, sino que cambian en períodos largos de tiempo. Esto produce cambios en el clima por variaciones en la distribución estacional y latitudinal de la radiación solar entrante. Tres características de los movimientos de la Tierra en órbita alrededor del Sol han sido consideradas como factores que influyen en la cantidad de radiación solar incidente en superficie y su distribución con la latitud. Tales variaciones son: la excentricidad, la oblicuidad y la precesión.

a. *Variaciones en la excentricidad*. La órbita cambia gradualmente de más elíptica a más circular con un período de entre 100 mil a 400 mil años. Esta variación en la elíptica de la órbita se llama

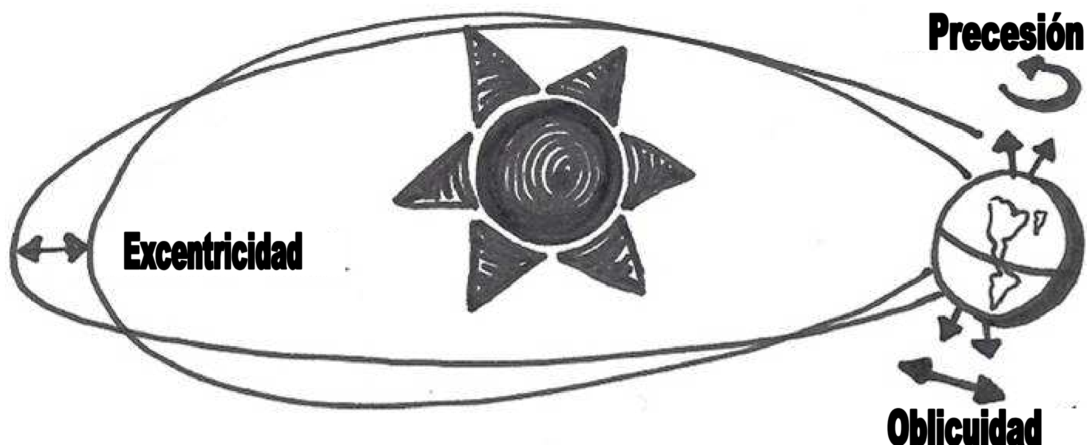
VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com

excentricidad. Por esta razón, cambia la intensidad de la energía solar que llega a la Tierra, y por lo tanto, el clima.

b. *Variaciones en la oblicuidad*. El eje de rotación terrestre no forma un ángulo recto con el plano de la elíptica, sino que tiene una inclinación de 23,5º, inclinación que se llama oblicuidad.

   La oblicuidad de la Tierra varía de 22,5º a 24,5º con una periodicidad de aproximadamente 41 mil años. Esto produce grandes cambios en las estaciones. En la actualidad la inclinación del eje es 23,5º y está disminuyendo a razón de 48" de arco cada siglo.



c. *Precesión*. El Polo Norte de la Tierra no apunta siempre en la misma dirección entre las estrellas. La orientación del polo Norte en el espacio cambia muy lentamente, con un período de 26 mil años. Este movimiento, llamado precesión, lo podríamos pensar como si el eje de la Tierra formara un cono en el espacio. En la actualidad el eje de la Tierra apunta hacia la estrella del Norte, pero en 13000 años apuntará hacia la estrella Vega.

Variabilidad solar

El Sol es una estrella variable y la energía por él emitida varía con el tiempo. Los resultados de los modelos climáticos indican que un aumento del 2% de la energía entrante (ésta es la del Sol) debería producir el mismo cambio climático que una duplicación del dióxido de carbono en la misma cantidad de tiempo.

Si la radiación solar se incrementa en el futuro, tal como ha ocurrido en los últimos 50 años, entonces se reforzará el efecto invernadero.

Tectónica de placas.

Los continentes están continuamente reubicándose, con movimientos muy lentos acercándose o alejándose hacia el Ecuador, los polos o en otra dirección, produciéndose cambios lentos en el clima.

Actividad volcánica.

La actividad volcánica cambia la reflectividad de la atmósfera y reduce la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra. Si la actividad volcánica es suficientemente intensa, se puede acumular gran cantidad de cenizas y gases contaminantes en la atmósfera, durante largos períodos de tiempo.

2.2. Causas debidas a la actividad humana o antropogénicas

El ser humano es el último de los agentes climáticos de importancia; incorporándose a la lista hace relativamente poco tiempo. Su influencia comenzó con la deforestación de los bosques para convertirlos en tierras de cultivo y pastoreo, y ha llegado a la emisión de gases de efecto invernadero: CO2 en fábricas y medios de transporte y metano en granjas de ganadería intensiva y arrozales. Actualmente tanto las emisiones de gases como la deforestación se han incrementado hasta tal nivel que parece difícil que se reduzcan a corto y medio plazo, por las implicaciones técnicas y económicas de las actividades involucradas.

2.2.1. Deforestación. El papel de los bosques.

La deforestación es el producto de la interacción de causas de tipo ecológico, social, económico, cultural y político en una región dada. La combinación de estas causas ha ido variando según las épocas y los países.

Entendemos por deforestación la acción de despojar un terreno de la vegetación forestal o dicho de otro modo, la desaparición de los bosques debido a la tala de los árboles, los incendios, la desecación de los acuíferos, etc.

Las causas de la deforestación son muchas y muy diversas y además se suceden desde la antigüedad aunque no con la velocidad y voracidad con la que se provoca la desaparición de los bosques en la actualidad.[2]

Usos de la madera



A lo largo de la historia el ser humano ha necesitado espacio para el desarrollo de su vida y sus actividades sin considerar en profundidad las consecuencias de destruir las masas forestales para obtenerlo. Actualmente se hace inevitable pensar en ello, y es que no se puede olvidar que la madera es en estos momentos un recurso importante, y fue en el pasado casi nuestro único recurso. La madera ha sido y es utilizada como materia prima (en la construcción, la fabricación de muebles y utensilios,...) y como fuente de energía (para cocinar, para la calefacción, etc.). Y aunque ya no es así en el mundo desarrollado, aún sigue siendo, para un gran número de personas, la fuente de calor única y esencial.

Por otro lado, hoy en día encontramos usos muy variados de la madera; obtenida sobre todo en los bosques tropicales, donde se hace una tala indiscriminada en busca de

las maderas más rentables en el mercado, talando y desechando de una forma absurda las otras especies.

Una parte importante de esta madera se destina a la fabricación de papel, la elaboración de muebles, la obtención de resina para multitud de usos, para medicinas, venenos, además de sus múltiples usos como fuente de energía.

Cualidades de los bosques y los efectos de la deforestación

Los bosques son mucho más que un recurso a explotar por el ser humano. La importancia de los bosques en relación al cambio climático reside en su capacidad de absorber dióxido de carbono, actuando como sumidero de CO_2.

«Generalmente, se reconocen 5 diferentes depósitos donde se acumula el carbono en el ecosistema forestal:

- En la masa vegetal sobre el suelo, que incluye la parte aérea de los árboles, de la vegetación arbustiva y de la vegetación herbácea durante su periodo de actividad vital, en el que llevan a cabo ese proceso de fijación de carbono a través de la fotosíntesis.
- En la masa vegetal del suelo, que incluye las raíces de árboles, arbustos y vegetación herbácea, también durante su periodo de vida.
- En la masa vegetal muerta o necromasa, que incluye a los árboles muertos en pie o caídos, así como los troncos y el material vegetal muerto presente en el ecosistema.
- En la capa de material orgánico no descompuesto que se encuentra sobre el suelo (hojas, ramillas, semillas, etc.), también llamada litter.
- En el suelo, el cual es considerado por el $IPCC_2$ (1996) hasta una profundidad de 30 cm. debido a que el cambio de uso de la tierra tiene un mayor efecto en los estratos superiores (dado el potencial del suelo como sumidero de carbono y los avances en la investigación de este proceso es previsible, y deseable, que la profundidad de referencia se incremente pronto).

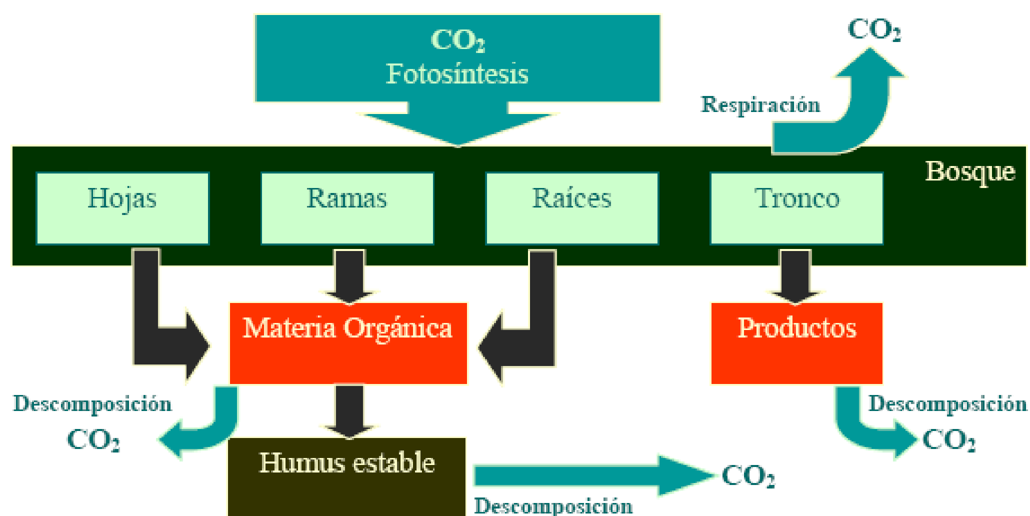


Fig.: el ciclo del carbono en los bosques. IPCC

Como puede apreciarse en el sencillo gráfico que se muestra, el CO_2 vuelve a la atmósfera a través de la respiración vegetal y de la descomposición de la biomasa vegetal muerta. Sin embargo en cada caso se produce en un periodo diferente:

En el caso de la respiración se produce de inmediato, mientras que la materia orgánica sobre el suelo se descompone lentamente, pasando una parte a formar compuestos estables de carbono en el suelo, que a su vez se descomponen a un ritmo mucho menor, en función de las condiciones edafoclimáticas de la masa forestal de que se trate. Por otra parte, los productos obtenidos de la madera también tienen un ciclo de desaparición, que resulta diferente en función del producto.

En los bosques, el período de almacenamiento y la velocidad de fijación del carbono en la vegetación y en el suelo varía, dependiendo de la especie y de la calidad de la zona, del clima y de las prácticas y alteraciones a las que esté sometida esa vegetación».[3]

Cada especie absorbe una cantidad determinada, así, por ejemplo el pino carrasco es un buen consumidor de CO_2 (llegando a consumir unos 48.870 kg de CO_2 al año) al igual que la Jacaranda, la cual absorbe unos 1.832 Kg de CO_2 al año, o el Laurel que absorbe 384 Kg CO_2 al año.[4]

También su deforestación tiene relación con el calentamiento global. Y es que se calcula que ésta genera al año entre un 25 y un 30% de los gases de efecto invernadero.

Pero, ¿cómo la tala de un árbol puede emitir CO_2?, se sabe que un árbol está compuesto por carbono en un 50%, por lo que una vez que esos árboles son talados ese carbono regresa a la atmósfera.[5]

De esta manera cada vez que el ser humano tala una extensión de bosque para su conversión en cultivos, plantaciones forestales o pastos para el ganado, entre otros, se está emitiendo grandes cantidades de CO_2 a la atmósfera.

En muchos casos la deforestación se ha hecho inevitable: para la creación de las primeras ciudades, creación de espacios para los cultivos de subsistencia, etc. Sin embargo en mucho otros aspectos, sobre todo en las últimas décadas, se pueden cambiar ciertos hábitos que conseguirían reducir considerablemente este fenómeno.

La cuestión es si nuestra sociedad, si nosotros mismos, seremos capaces de cambiar los hábitos de consumo actuales, que parecen muy arraigados en nuestro día a día, a favor de un desarrollo sostenible.

Sabes que:

La Amazonia y el Cambio Climático

La zona con mayor biodiversidad del planeta es La Amazonia. Esta región nutre de lluvia a la mayor parte de Sudamérica. Estos árboles al quemarse o pudrirse (es decir, al oxidarse) se convierten en dióxido de carbono y son capaces de liberar 730 millones de toneladas de carbono al año durante 75 años.

Según un estudio publicado en Geophysical Research Letters, en 2003, se prevé que sobre el año 2040 los biosistemas de la Tierra desprenderán más carbono del que son capaces de absorber. Por esto, hacia 2100 la superficie de la Tierra emitirá alrededor de 7.000 millones de toneladas de carbono, que es casi la cantidad que emiten actualmente las actividades humanas.

Tal y como menciona George Monbiot en su libro «*Calor: cómo parar el calentamiento global*» el cambio climático se acelera por sí sólo y este aumento no fue visto y considerado por el IPCC en su predicción de que la temperatura aumentaría entre 1,4° C y 5,8° C.

El incendio forestal

Según la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) los incendios forestales consumen cada año unas 5.130 millones de toneladas de biomasa y liberan 3.430 millones de toneladas de CO_2 a la atmósfera, que se unen a las emisiones humanas causa del efecto invernadero y el cambio climático.

Para hacernos una idea del volumen de biomasa del que hablamos, podemos compararlo con cantidades cercanas como el peso de un trozo de madera o la cantidad de hierba seca que cabe en una de nuestras ya tradicionales bolsas de plástico del supermercado (aproximadamente 1 kg).

Los árboles absorben dióxido de carbono, uno de los principales gases de efecto invernadero. Cuando un árbol se quema, al igual que si se tala, el carbono absorbido es liberado.

A su vez el calentamiento global aumenta el riesgo de incendios, siendo este proceso un bucle continuo que no tiene fin. Así, la FAO calcula que en los próximos 20 o 30 años se podría duplicar la proporción de dióxido de carbono que aportan los incendios forestales a la atmósfera.[6]

Encontramos en el mundo científico y responsables en la gestión de los espacios forestales voces que incluyen el incendio forestal como un elemento más de la ecología forestal, observando que su paso mejora determinadas condiciones de las zonas incendiadas y reduce la cantidad de combustible presente en los bosques.

Existe un amplio debate abierto sobre esta cuestión, aunque es el incendio forestal provocado por los intereses económicos humanos el que debemos cuestionar, dado que su «oportunidad» no forma parte de un ciclo vital sino de un ciclo con motivos interesados.[7]



2.2.2. Cambios en la cobertura vegetal y en los usos de la tierra

Los cambios en los usos de la tierra y en la cobertura vegetal, tienen tres consecuencias fundamentales y que afectan de manera muy importante al clima y a los ecosistemas:

1. Influyen en los flujos de carbono (alterando y aumentando la cantidad del carbono en la atmósfera debido a la tala) y en las emisiones de gases de efecto invernadero, que alteran directamente la composición de la atmósfera.
2. Modifican las características de la superficie terrestre e, indirectamente, los procesos climáticos. Los árboles participan en el ciclo del agua, ayudando a que se den mayores precipitaciones gracias a su aportación de agua a la atmósfera a través de la evapotranspiración, por lo que su deforestación disminuirá bastante la posibilidad de precipitaciones. Así mismo, los sistemas radiculares y la biomasa que aportan mejoran la infiltración de agua en el suelo, vital para los procesos de la vida vegetal.
3. La modificación y conversión de la cobertura vegetal pueden alterar las propiedades de los ecosistemas y su vulnerabilidad al cambio climático.

Muchas de las opciones y estrategias para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero planteadas por el IPCC comprenden prácticas relacionadas con la cobertura vegetal y prácticas modificadas de uso de la tierra.

En este sentido se ha calculado que si todo el carbono liberado a raíz de los cambios en el uso de la tierra pudiera ser reabsorbido por la biosfera terrestre en el transcurso de este siglo (por ejemplo mediante la reforestación) la concentración de CO_2 se reduciría entre 40 y 70 partes por millón.

2.2.3. La agricultura y la ganadería.

Según la FAO, «cerca de un tercio del calentamiento de la atmósfera y el cambio climático obedece a la agricultura. En general se reconoce que alrededor del 25% del principal gas que produce el efecto invernadero, el dióxido de carbono, procede de la agricultura, sobre todo de la deforestación y la quema de biomasa. Los rumiantes domésticos, los incendios forestales, el cultivo de arroz en los humedales y los productos de desecho producen la mayor parte del metano que se emite a la atmósfera, a la vez que la labranza convencional y la utilización de fertilizantes generan el 70% de los óxidos nitrosos».[8]

La agricultura industrial basada en un uso intensivo de químicos degrada el suelo y destruye los recursos que son fundamentales para la fijación de carbono, como los bosques y el resto de comunidades vegetales. Las mayores emisiones directas de la agricultura se deben al uso abusivo de fertilizantes, ya que más de la mitad de todos los fertilizantes aplicados a los suelos se dispersan en el aire o acaban en los cursos de agua. Las soluciones son las prácticas agrarias sostenibles que fijan carbono en el suelo y la reducción en el uso de fertilizantes.

La segunda mayor fuente de emisiones agrícolas es la ganadería. Al digerir los alimentos, los animales producen grandes cantidades de metano, un potente gas de efecto invernadero; también se producen purines -mezcla de los excrementos líquidos y sólidos junto con las aguas residuales del ganado- que acarrean una problemática en aumento debido a la contaminación del suelo y a la emisión de gases.

Algunas **soluciones planteadas** son:

- Reducción de fertilizantes, usando exclusivamente la cantidad que el cultivo necesita con precisión y en el momento exacto.
- Tratamiento de purines a través de su reciclaje con el fin de evitar su vertido y de aprovechar su potencial orgánico.
- Protección de los suelos. Por ejemplo, incrementando el contenido en carbono de los suelos, para convertirlos en sumideros de CO_2 y reducir la contribución de la agricultura al cambio climático.
- Reducción de la demanda de carne, especialmente en países desarrollados. Se reducirán los niveles de metano producidos por los animales y el daño ambiental causado por el aumento de la demanda de alimentos para el ganado[9], a veces en competencia directa con los alimentos para las personas.

2.2.4. Consumo de combustibles fósiles

El cambio experimentado durante el pasado siglo con el paso de la energía de origen solar a la energía (de origen mineral) fósil ha marcado la relación del ser humano con el planeta.

Actualmente, reducir el elevado consumo de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) es, sin duda, uno de los desafíos en la lucha contra el cambio climático. La reducción de dicho consumo puede contribuir en mejorar la salud de nuestro planeta. Sin embargo, algunas de las fuentes de energía alternativas planteadas (tales como la energía nuclear) no parecen convencer a todos, teniendo en su contra muchos otros efectos negativos.

Por otra parte, hoy en día mejorar la eficiencia energética es el sistema más rápido y rentable para contribuir a la minimización del calentamiento global. Reduce

la demanda de energía –y por tanto, el coste del uso de servicios energéticos-, e incrementa la garantía del suministro. Hay que recordar que, de seguir la actual tendencia, en el año 2030 la Unión Europea dependerá de la importación de combustibles en un 90% en el caso del petróleo y en un 80 % en el de gas.

«En Europa, el uso de la energía se reparte de la siguiente forma: un 27%, el sector industrial; un 31%, el transporte; y un 42% los hogares, oficinas y edificios comerciales. El consumo total de energía en Europa es de aproximadamente 1.825 millones de tep por año (www.energy.eu, datos de 2006). Esta demanda energética está aumentando rápidamente debido a diversos factores: unidades familiares más pequeñas, crecimiento del suelo habitable per cápita e incremento de la utilización de equipamiento doméstico consumidor de energía. Actualmente, en los países de la UE con un menor PIB per cápita, la demanda de energía per cápita está aumento rápidamente. La población compra cada vez más electrodomésticos y los mercados están aún lejos de su saturación».[10]

Hay que tener en cuenta que los combustibles fósiles están presentes de muchas maneras y aspectos de la vida diaria, y aunque se suele hacer referencia a las más nombradas: la producción en industrias, los automóviles y el transporte de mercancías no debemos olvidar otras especialmente importantes para Canarias como la desalación de aguas y la producción de energía eléctrica.

En nuestro archipiélago actualmente la mayor parte de la energía eléctrica se genera por la quema de combustibles fósiles. Tales sistemas permiten que la electricidad sea producida donde hace falta, ya que el combustible fósil puede ser transportado rápidamente, aunque los métodos de transporte están muy lejos de ser seguros desde el punto de vista ambiental.[11]

Dependiendo del tipo de combustible fósil y del método de quemado también se pueden producir emisiones de otros gases como ozono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y otros.

2.2.5. Los residuos

Actualmente, el ciclo de consumo humano se cierra mayoritariamente con un residuo, vinculado a cualquiera de los distintos estadios del ciclo: la bolsa de transporte, el embalaje, el envase directo -casi siempre de un solo uso-, los restos de los alimentos que se consumen o los productos viejos o estropeados que al ser sustituidos se convierten, de manera general en un residuo.

La descomposición de la basura orgánica, al igual que la quema de rastrojos, produce grandes cantidades de metano que, como hemos visto, es un importante gas de efecto invernadero.

La basura orgánica, un residuo valiosísimo, debe ser reincorporada al ciclo vital del suelo de forma urgente.

Así, la gestión de los residuos complicada de por sí dada la cantidad de productos «peligrosos» que se manejan en el hogar se convierte en un elemento imprescindible para una mejora y reducción de los problemas que ellos mismos plantean.



Fuente: http:// noincineraciontenerife.com

En la actualidad, muchos sectores ligados al medio ambiente abordan dos actuaciones específicas respecto al concepto de residuo y a su papel en el modelo cultural que determina la relación del ser humano con el clima.

-La primera está dirigida principalmente al sector industrial y productor, es la idea de pre-ciclar. Se trata de no introducir en el ciclo ningún elemento que sea superfluo y prescindible, anteponiendo el valor ambiental por encima del valor meramente estético o publicitario. La normativa al respecto hasta el momento ha sido permisiva por lo que para los vendedores esta medida tiene poco valor.

-La segunda, vinculada directamente a la presión que puede ejercer la sociedad, es «rechazar», este es un concepto muy claro y vinculado a la madurez en los hábitos de consumo. De hecho, algunas de las estrategias comerciales -a las que estamos muy acostumbrados- se basan en provocar la elección en base al rechazo de otros productos, no al valor del que se nos ofrece.

Estas sencillas ideas apuntan a que el proceso de producción de CO_2 de lo que llamamos «residuos», y que está al final de nuestro ciclo de consumo, ha empezado en algunos casos incluso antes que el del propio producto al que acompañaba o envasaba.[12]

[1] Aplicaciones didácticas disponibles en: http://www.ambientech.org/activitats/castella/la_tierra/cambio_climatico/explorando_cambio_climatico.html

[2] Kirschbaum, M., A.; et al., 1996: The impacts of climate change on forest ecosystems. In: R. T. Watson, M. C. Zinyowera, and R. H. Moss (eds.), *Climate change 1995: impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific analyses. Contribution of working group II to the second assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 95-130.

[3] Del Álamo, J. C. (2007): "Bosques y Cambio Climático: la función de los bosques como sumideros de carbono y su contribución al cumplimiento del Protocolo de Kioto por parte de España", ponencia disponible en: http://www.typsa.es/pdf/articulos_ponencias/Bosques.pdf.

[4] Figueroa Clemente, M. E.; Redondo Gómez, S. (2007). *Los sumideros naturales de CO_2. Una estrategia sostenible entre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto desde las perspectivas urbana y territorial*. Muñoz Moya Editores Extremeños y Universidad de Sevilla, Secretariado de publicaciones.

---

[5] Disponible en: http://www.fao.org, activa en septiembre de 2009.

[6] Acciones de prevención de incendios propuestas por el Ministerio de Medioambiente y Medio Rural y Marino, disponible en:
http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/defensa_incendios/pdcif/prevencion.htm.
Páginas Web con recursos educativos de interés en lo relativo a incendios forestales, disponibles en:
www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/defensa incendios del MARM en lo relativo a incendios forestales.
www.cortafuegos.com como apoyo al personal docente para la preparación de actividades con el alumnado.
www.inforiesgos.es de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior en lo relativo a incendios forestales.

[7] Información sobre los incendios forestales en España, disponible en:
http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/defensa_incendios/estadisticas_incendios/ activa en septiembre de 2009.
Para profundizar sobre la gestión a través del «fuego prescrito» disponible en:
http://www.tncfuego.org, activa en septiembre de 2009

[8] Food and Agriculture Organization, 1995: Forest resources assessment 1990. Global synthesis, FAO Forestry Paper 124, Roma,Italia.

[9] VVAA (2008). *Agricultura y cambio climático: impactos climáticos de la agricultura y potencial de mitigación*. Ámsterdam, Greenpeace International.

[10] Dahlboom, B., et al. (2009): *Cambiando los hábitos de consumo energético. Directrices para programas dirigidos al cambio de comportamiento,* Madrid, IDAE.

[11] VVAA (2008): Energías renovables y eficiencia energética, Tenerife, Instituto Tecnológico de Canarias S. A.

[12] Material didáctico sobre residuos, para primaria, disponible en: http://www.tenerife.es, siguiendo la ruta: medioambiente y paisaje y luego gestión sostenible de recursos y energía.